

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-004570

(43)Date of publication of application : 09.01.1992

(51)Int.Cl.

H01M 8/04  
H01M 8/06

(21)Application number : 02-105307

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 23.04.1990

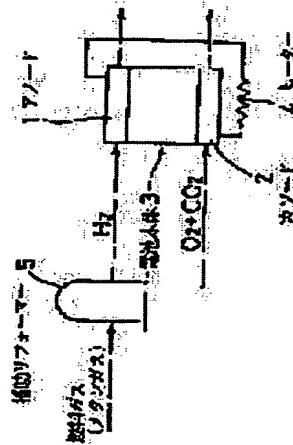
(72)Inventor : KOMATSU YASUTAKA  
KAHARA TOSHIKI  
OTSUKA KEIZO  
OTSU SATOSHI

## (54) METHOD FOR OPERATING FUEL CELL AND ITS POWER GENERATING SYSTEM

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To suppress drop in the performance of a fuel cell, provide it with long life, improve the starting characteristics, and enhance the operation efficiency by supplying a small amount of reaction gas to the cell body even at the time of hot standby, and maintaining the cell in power generating state.

**CONSTITUTION:** A gas chiefly containing hydrogen obtained by modifying the fuel gas in a smaller amount than in normal power generation using an aux. reformer 5 is supplied to the anode 1 of the cell body 3 at the time of hot standby, while another gas containing carbon dioxide and oxygen in the corresponding rate of flow is supplied to the cathode 2 to put the cell in the minute power-generating state, wherein the obtained electricity is used as power for a heater 4. This can prevent occurrence of the electrolyte moving phenomenon resulting from change of the gas type in the cell body 3, and the reacting field of the cell can be maintained in proper condition at all times. This achieves suppressing performance drop of the battery, providing it with long life, improving the starting characteristics, and enhancing the operation efficiency.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## ⑫ 公開特許公報 (A) 平4-4570

⑮ Int. Cl. 5

H 01 M 8/04  
8/06識別記号 庁内整理番号  
S 9062-4K  
R 9062-4K

⑯ 公開 平成4年(1992)1月9日

審査請求 有 請求項の数 10 (全8頁)

⑤ 発明の名称 燃料電池の運転方法及びその発電システム

⑦ 特 願 平2-105307

⑧ 出 願 平2(1990)4月23日

⑨ 発明者 小松 康孝	茨城県日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内
⑨ 発明者 加原 俊樹	茨城県日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内
⑨ 発明者 大塚 鑑象	茨城県日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内
⑨ 発明者 大津 晃	茨城県日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内
⑩ 出願人 株式会社日立製作所	東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
⑪ 代理人 弁理士 平木 祐輔	外1名

## 明細書

## 1. 発明の名称

燃料電池の運転方法及びその発電システム

## 2. 特許請求の範囲

1. 電池本体内に配された電解質の温度を融点以上に保持したもとで外部への送電を実質的に停止するホットスタンバイ時に、上記電池本体内に反応ガスを供給することを特徴とする燃料電池の運転方法。
2. 電池本体内に配された電解質の温度を融点以上に保持したもとで外部への送電を実質的に停止するホットスタンバイ時に、上記電池本体を発電状態に維持することを特徴とする燃料電池の運転方法。
3. ホットスタンバイ時に得られる電力を電池保温手段の電源に用いることを特徴とする請求項2記載の燃料電池の運転方法。
4. 電池本体内に燃料改質触媒が配された燃料電池において、通常発電時には上記電池本体内に燃料ガス改質用のリフローマーによって改質さ

れた反応ガスを供給し、上記電池本体内に配された電解質の温度を融点以上に保持したもとで外部への送電を実質的に停止するホットスタンバイ時には上記電池本体内に未改質の反応ガスを供給することを特徴とする燃料電池の運転方法。

5. ホットスタンバイ時に電池本体内に供給する反応ガスの流量を、通常発電時の10%以下としたことを特徴とする請求項1又は4記載の燃料電池の運転方法。
6. 電池本体内に配された電解質の温度を融点以上に保持したもとで外部への送電を実質的に停止するホットスタンバイ時に、上記電池本体内から排出された反応ガスを上記電池本体内に戻してリサイクルさせることを特徴とする燃料電池の運転方法。
7. 電池本体内に配された電解質の温度を融点以上に保持したもとで外部への送電を実質的に停止するホットスタンバイ時に、上記電池本体に対する反応ガスの給排を行うための配管系を閉

- 止状態にして、上記電池本体内に反応ガスを封入することを特徴とする燃料電池の運転方法。
8. リサイクルループ中において反応ガス中の反応物質の濃度が設定値以下となったとき、上記電池本体内に反応物質の濃度が上記設定値を越える新しい反応ガスを供給することを特徴とする請求項6記載の燃料電池の運転方法。
  9. 通常発電時において要求される容量の30%以下の容量を有する燃料ガス改質用の補助リリフォーマーが設置され、電池本体内に配された電解質の温度を融点以上に保持したもとで外部への送電を実質的に停止するホットスタンバイ時に、上記補助リリフォーマーによって改質された反応ガスを上記電池本体内に供給するようにされていることを特徴とする燃料電池発電システム。
  10. 燃料ガス改質用のリリフォーマーが複数台設置され、電池本体内に配された電解質の温度を融点以上に保持したもとで外部への送電を実質的に停止するホットスタンバイ時に、上記複数のリ

いわゆるホットスタンバイ状態とすることが要求される。

一般に、電池の運転を一時的に停止する際には、例えば、特開昭58-163182号公報や特開昭61-281472号公報等に記載のように、窒素ガス等の不活性ガスを電池本体に供給して電池本体内や配管系に残留する反応ガスをバージすることが知られているが、特にホットスタンバイ時に限って言えば電池本体内に供給するガスの種類について言及したもののは見当たらない。

#### [発明が解決しようとする課題]

ホットスタンバイ時に、上述の公報に記載されているように不活性ガスを電池本体内に供給して反応ガスをバージした場合、電池本体内に供給されるガスの種類の変化に起因して電池反応部が最適状態に維持できなくなり、電池特性に悪影響を及ぼすことになって、電池性能の低下や電池の短寿命化を招来し、さらに、再起動する際にも電池本体内のガスを不活性ガスから

フォーマーのうちの一部のみを使用して反応ガスを改質し、その改質された反応ガスを上記電池本体内に供給するようにされていることを特徴とする燃料電池発電システム。

#### 3. 発明の詳細な説明

##### (産業上の利用分野)

本発明は、電池本体を作動温度に保持したもとで外部への送電を実質的に停止するホットスタンバイ状態をとることができるようにされた燃料電池の運転方法及びその発電システムに関する。

##### (従来の技術)

燃料電池発電システムにおいては、電力が余剰となる夜間等に比較的短期間だけその運転を停止させることがあるが、かかる停止時には、電池本体における熱応力の発生を防止するため、及び再起動する際の起動時間短縮のため、電池を作動温度に維持した状態、換言すれば電池本体内に配された電解質の温度を融点以上に保持したもとで外部への送電を実質的に停止する、

反応ガスに切り換える必要があることから、電池出力が安定するまでに比較的長時間を要し、電池の効率的な運転が少なからず阻害されるという問題を生じる。

特に、燃料電池がピーク負荷対応電源として使用され、その起動・停止が頻繁に繰り返される場合には上述の問題が顕著にあらわれることになる。

かかる点に鑑み本発明は、ホットスタンバイ時において電池反応部を最適状態に維持することができて、電池性能の低下や電池の短寿命化が可及的に抑えられ、かつ、優れた起動特性がもたらされるとともに効率的な運転を達成することができる燃料電池の運転方法及びその発電システムを提供することを目的とする。

##### (課題を解決するための手段)

上述の目的を達成すべく、本願の発明者等が鋭意研究を重ねたところ、次の如くの究明結果を得た。

すなわち、燃料電池における電池反応は固

相（電極）、液相（電解質）、気相（反応ガス）の3相界面で行われるため、この反応場を適切な状態で維持しなければならず、そのためには、電極部分を電解質で適度に濡らす必要がある。電極の濡れ性は、そこに供給されるガスの種類によって異なり、ホットスタンバイ時に窒素等の不活性ガスを供給することによってガスの種類が変化すると、電極が濡れ過ぎたり、電極中の電解質が押し出されたりして電解質の移動現象が生じ、反応場が適切な状態から逸脱する。従って、電池を再起動するにあたり再び反応ガスを供給しても、電解質が元の適切な状態に戻るまでにある程度の時間を要し、起動時間が長くなってしまい、さらに、電解質の移動に伴い、電解質の漏れ出しやセバレータ等の電池構成部の腐食が発生して電解質が消耗し、電池性能の低下や電池の主要部の劣化が進んでその寿命が短くなってしまうのである。

本発明に係る燃料電池の運転方法は、上述の如くの究明結果及びそれに基づく考察に立脚し

質された反応ガスを供給し、ホットスタンバイ時には上記電池本体内に未改質の反応ガスを供給するようになしてもよい。

またさらに、ホットスタンバイ時における電池本体内への反応ガスの供給量は通常発電時の10%以下で充分であり、また、ホットスタンバイ時には電池本体内から排出された反応ガスを上記電池本体内に戻してリサイクルさせてもよく、さらに、ホットスタンバイ時には電池本体に対する反応ガスの給排を行うための配管系を閉止状態にして、電池本体内に反応ガスを封入するようにしてもよい。

それに加えて、ホットスタンバイ時に反応ガスをリサイクルさせるようにした場合には、リサイクルループ中において反応ガス中の反応物質の濃度が設定値以下となって発電状態の維持が困難になったとき、電池本体内に反応物質の濃度が上記設定値を超える新しい反応ガスを供給するようになすことが好ましい。

一方、本発明に係る燃料電池発電システムは、

てなされたもので、その基本構成を概略的に述べれば、ホットスタンバイ時においても、電池本体内に少量の反応ガスを供給し、燃料電池を発電状態に維持するようにしたものである。

この場合、ホットスタンバイ時に電池本体内に供給する反応ガスとしては、通常発電時に用いられるものと同種の、天然ガスやメタンガス等の燃料ガスあるいはそれを改質して得られる水素を主成分とするガスと、酸素及び二酸化炭素を含む酸化剤ガスとが挙げられる。

また、上述のようにホットスタンバイ時に反応ガスを供給することによって電池から得られる電力を、ホットスタンバイ状態を維持するために必要とされる、電池本体加熱用のヒーターや供給する反応ガスを昇温させるための加熱機器等の電池保温手段の電源に用いることができる。

さらに、電池本体内に燃料改質触媒が配された燃料電池においては、通常発電時には電池本体内に、燃料改質用のリフオーマーによって改

通常発電時において要求される容量の30%以下の容量を有する補助リフオーマーが設置され、ホットスタンバイ時に、上記補助リフオーマーによって改質された反応ガスを電池本体内に供給するようにされる。

また、本発明に係る他の燃料電池発電システムは、リフオーマが複数台設置され、ホットスタンバイ時に、上記複数のリフオーマーのうちの一部のみを使用して反応ガスを改質し、その改質された反応ガスを上記電池本体内に供給するようにされる。

#### 〔作用〕

上述の如くの構成を有する本発明に係る燃料電池の運転方法によれば、ホットスタンバイ時には不活性ガスによる反応ガスのバージを行わず、反応ガスを電池本体内に供給するようにされるので、電池本体内におけるガスの種類の変化に起因する電解質移動現象が防止され、電池の反応場が常時適切な状態に維持される。

そのため、電池性能の低下を抑えることが可

能となるとともに、電池の長寿命化が図れ、かつ、優れた起動特性がもたらされるとともに効率的な運転が達成される。

また、ホットスタンバイ時に電池から得られる電力は、電池保温手段の電源に用いることでその有効利用が図れ、さらに、ホットスタンバイ時に必要とされる反応ガスは通常発電時に比して極めて少量でよく、また、反応ガスをリサイクルさせる、あるいは、電池本体内に封入するようにされた場合には、反応ガスの無駄な消費が回避されて、より省資源化が図れる。

一方、本発明に係る燃料電池発電システムにおいては、通常発電時において要求される容量の30%以下の容量を有する補助リフォーマーが設置され、ホットスタンバイ時に、上記補助リフォーマーによって改質された反応ガスを電池本体内に供給するようにされるので、通常発電時に必要とされる容量の30%以下で運転することが難しい通常のリフォーマーを備えた燃料電池発電システムにおいても、ホットスタン

バイ時において上述した如くの効果的な運転が可能となり、また、補助リフォーマーの設置に代えて、複数のリフォーマーを設置し、ホットスタンバイ時にそれらのうちの一部のみを使用するようにした場合についても同様である。

なお、電池本体内に燃料改質触媒が配されたいわゆる内部改質方式をとる燃料電池では、補助リフォーマー等を使用する必要はない。また、ホットスタンバイ時に必ずしも電池を負荷運転する必要はなく、開路状態(0CV)でも同様な作用効果が得られる。

上述の如くの構成を有する本発明に係る運転方法と、ホットスタンバイ時に電池本体内の反応ガスを不活性ガスでバージする従来の運転方法とを比較すべく、小型の燃料電池を用意し、同一条件のもとで、昼間発電-夜間ホットスタンバイ状態の間欠運転を行ってセル電圧(V)を測定したところ、第5図に示される如くの結果が得られた。なお、燃料電池は開路状態とした。

第5図より明らかなように、本発明に係る運転方法によれば、従来の運転方法による場合に比して、電池性能の劣化が抑制され、長時間経過してもセル電圧の低下がさほど生じないことが理解される。さらに、ホットスタンバイ後の再起動に要する時間が従来の運転方法による場合より短縮されることも確認された。

#### 〔実施例〕

以下、本発明の実施例を図面を参照しつつ説明する。

#### 実施例1：

第1図は本発明に係る燃料電池の運転方法の一例が実施される溶融炭酸塩型燃料電池の主要部の例を模式的に示す。

図において、燃料電池は、アノード1(燃料電極)及びカソード2(酸化剤電極)や図示されていない電解質を含浸保持するマトリックスやセバレータ等の各構成部材が既知の態様をもって配された電池本体3を有し、さらに、電池本体3の保温用のヒーター4、及び、天然ガス

やメタンガス等の燃料ガスを水素に改質する図示されていない通常発電時に用いられるリフォーマーと通常発電時に必要とされる容量の30%以下の容量とされた補助リフォーマー5とが備えられている。

かかる構成のもとで、燃料電池を作動させて通常発電を行う際には、燃料ガスを通常発電用のリフォーマーにより改質し、得られた水素を主成分とするガスを電池本体3のアノード1側に供給するとともに、酸素と二酸化炭素とを含むガスをカソード2側に供給する。それにより、燃料電池が発電状態となり、かかる発電により得られた電力が外部に送電される。

一方、ホットスタンバイ時には、補助リフォーマー5により通常発電時の10%以下の流量の燃料ガスを改質して得られた水素を主成分とするガスを電池本体3のアノード1側に供給するとともに、かかる水素に対応した流量の酸素と二酸化炭素とを含むガスを電池本体3のカソード2側に供給する。それにより、電池が微弱

発電状態となり、それによって得られた電力をヒーター4の電源に用いるようにされる。

上述の如くに、ホットスタンバイ時には不活性ガスによる反応ガスのバージを行わず、反応ガス（この例では、水素を主成分とするガスと酸素及び二酸化炭素を含むガス）を電池本体3内に供給することにより、電池本体3内におけるガスの種類の変化に起因する電解質移動現象が防止され、電池の反応場が常時適切な状態に維持され、そのため、電池性能の低下を抑えることが可能となるとともに、電池の長寿命化が図れ、かつ、優れた起動特性がもたらされるとともに効率的な運転が達成されることになる。

なお、この実施例では、ホットスタンバイ時に補助リフォーマー5により改質すべき燃料ガスの流量は、ヒーター4の容量、換言すれば電池本体3で必要とされる熱量とのバランス上通常発電時のそれの4～8%が最適であった。

また、ヒーター4の電源を燃料電池からとら

ず、外部電源を利用するようにしてよく、かかる場合には、反応ガスの流量を大幅に低減できる。

#### 実施例2：

第2図は本発明に係る燃料電池の運転方法の他の例が実施される溶融炭酸塩型燃料電池の主要部の例を模式的に示す。

この例の燃料電池は、電池本体3のアノード側ガスヘッダー内に燃料改質触媒6が配されており、いわゆる間接型内部改質方式をとる燃料電池である。

かかる構成のもとで、燃料電池を作動させて通常発電が行う際には、図示されていないが、燃料ガスを通常発電用のリフォーマーにより改質し、得られた水素を主成分とするガスを電池本体3のアソード1側に供給するとともに、酸素と二酸化炭素とを含むガスをカソード2側に供給し、それによって得られた電力を外部に送電するようになる。

一方、ホットスタンバイ時には、リフォーマ

ーを通さない未改質の燃料ガス（反応ガス）を電池本体3のアノード側ガスヘッダーに直接供給するとともに、かかる燃料ガスに対応した流量の酸素と二酸化炭素とを含むガスを電池本体3のカソード2側に供給する。アノード側ガスヘッダーに供給された未改質の燃料ガスはそこに配された燃料改質触媒により水素を主成分とするガスに改質されて電池本体3のアノード1側に導かれ、電池の発電状態が維持される。そして、得られた電池出力をヒーター4の電源に用いるようになる。

従って、本例においては、補助リフォーマーが不要となること以外は、上述した実施例1と略同様な作用効果が得られる。

なお、燃料改質触媒を設置する場所を、電池本体3内部のアノード近傍に位置する部位にして、改質反応と電池反応とを同時に行わせる直接内部改質方式をとるようになるとともに、かかる方式が採られる方が改質効率は高くなるが、燃料ガスが電解質と接触するため、燃料改

質触媒が劣化し易くなつて電池寿命が短くなる欠点を伴う。従つて、本例のように、燃料改質触媒をホットスタンバイ時における燃料の改質のみに用いる場合には、電池出力がさほど必要とされないので、間接内部改質方式を探るようにして、改質反応と電池反応とを別々に行わせ、電池の長寿命化を図った方が有利であると考えられる。

#### 実施例3：

第3図は本発明に係る燃料電池の運転方法の別の例が実施される溶融炭酸塩型燃料電池の主要部の例を模式的に示す。

この例の燃料電池は、第1図に示されるものと同様に、アノード1及びカソード2や図示されていない電解質を含浸保持するマトリックスやセパレータ等の各構成部材が既知の態様をもつて配された電池本体3を有し、さらに、電池本体3の保温用のヒーター4、及び、天然ガスやメタンガス等の燃料ガスを水素に改質する図示されていない通常発電時に用いられるリフオ

ーマー等が備えられる。

また、反応ガス給排用の配管系には切り換える用のバルブ9が介装されるとともに、ホットスタンバイ時に電池本体3内から排出された反応ガスを上記電池本体3内に戻してリサイクルさせるための配管中にプロワー7及び反応ガス中の反応物質の濃度を検出する濃度センサー8が配されている。

かかる構成のもとでは、上述した例と同様にして通常発電が行われるが、ホットスタンバイ時には、プロワー7を駆動させて電池本体3内から排出された反応ガスを再び電池本体3内に戻してリサイクルさせ、濃度センサー8により監視される反応ガス中の反応物質の濃度が設定値以下となって発電状態の維持が困難になったとき、各バルブ9を開いて電池本体3内に反応物質の濃度が上記設定値を越える新しい反応ガスを供給するようにされる。

従って、本例にあっては、ホットスタンバイ時において反応ガスを入れ換えるときには通常

かかる構成のもとでは、上述した例と同様にして通常発電が行われるが、ホットスタンバイ時には、バルブ9を閉じて電池本体3内に反応ガスを封入するようにされる。

この例の運転方法は、ホットスタンバイ時間が比較的短く、その間に電池温度が電解質の融点以下に低下せず、保温用のヒーター等を必要としない場合に特に好適である。すなわち、かかる場合には、電池を開路状態とすることができるので、反応ガスがほとんど消費されず、そのため、電池本体3内に封入された量の反応ガスだけで充分に発電状態を維持することができ、補助リフォーマーやヒーターが不要となる。

なお、前述の例と同様にヒーター4を設け、それを外部電源で作動させるようになせば、電池本体3の温度低下が防止でき、ホットスタンバイ時間を延長することが可能となる。

#### [発明の効果]

以上の説明から明らかな如く、本発明に係る燃料電池の運転方法によれば、ホットスタンバ

イー等が備えられ、発電用のリフォーマーを作動させればよいので、低流量用の特別な補助リフォーマーが不要となるとともに、反応ガスを無駄に消費することもなく、上述の実施例1と略同様な作用効果が得られる。

なお、リサイクルループの途中にバッファタンクを設け、リサイクルループの配管系の容積を増加させると、反応ガスの入れ換え周期を長くするとか可能となるので運転コストの低減等が図られる。

#### 実施例4：

第4図は本発明に係る燃料電池の運転方法の他の別の例が実施される溶融炭酸塩型燃料電池の主要部の例を模式的に示す。

この例の燃料電池は、第1図及び第3図に示されるものと同様な構成を有した電池本体3とリフォーマーとが備えられ、反応ガスの電池本体3に対する入口部と出口部とにバルブ9が設けられて、反応ガスを電池本体3内に封入することができるようになっている。

イ時において電池反応部を最適状態に維持することができ、それにより、電池性能の劣化が可及的に抑えられて電池の長寿命化が図れ、かつ、優れた起動特性がもたらされるとともに効率的な運転を達成することができる。

また、ホットスタンバイ時に得られる電力を、電池保温手段の電源に用いることでその有効利用を図ることができ、さらに、ホットスタンバイ時に必要とされる反応ガスは通常発電時に比して極めて少量でよく、また、反応ガスをリサイクルさせること、あるいは、電池本体内に封入しておくことにより反応ガスを無駄に消費することも回避できる。

一方、本発明に係る燃料電池発電システムは、通常発電時において要求される容量の30%以下の容量を有する補助リフォーマーが設置され、ホットスタンバイ時に、補助リフォーマーによって改質された反応ガスを電池本体内に供給するようになされるので、通常発電時に必要とされる容量の30%以下で運転することが難し

い通常のリフォーマーを備えた燃料電池発電システムにおいても、ホットスタンバイ時において上述した如くの効果的な運転が可能となり、また、補助リフォーマーの設置に代えて、複数のリフォーマーを設置し、ホットスタンバイ時にそれらのうちの一部のみを使用するようにした場合についても同様な効果が得られる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る燃料電池の運転方法の一例が実施される溶融炭酸塩型燃料電池の主要部の例を模式的に示す概略構成図、第2図は本発明に係る燃料電池の運転方法の他の例が実施される溶融炭酸塩型燃料電池の主要部の例を模式的に示す概略構成図、第3図は本発明に係る燃料電池の運転方法の別の例が実施される溶融炭酸塩型燃料電池の主要部の例を模式的に示す概略構成図、第4図は本発明に係る燃料電池の運転方法の他の別の例が実施される溶融炭酸塩型燃料電池の主要部の例を模式的に示す概略構成図、第5図は本発明に係る燃料電池の運転方

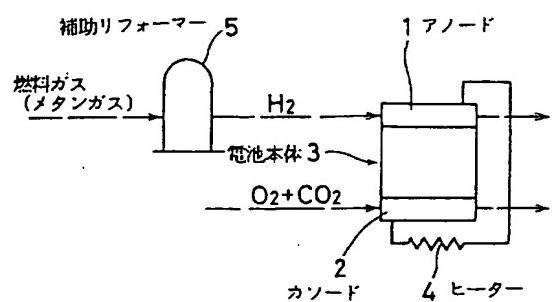
法と従来のそれとの比較結果の説明に供される図である。

図における符号と各部の名称は次のように対応する。

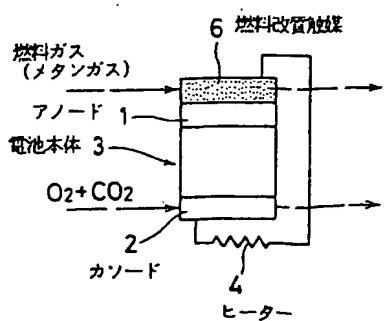
1…アノード、2…カソード、3…電池本体、  
4…ヒーター、5…補助リフォーマー、6…燃料改質触媒、7…プロワー、8…濃度センサー、  
9…バルブ

出願人 株式会社日立製作所  
代理人 弁理士 平木祐輔  
同 弁理士 石井貞次

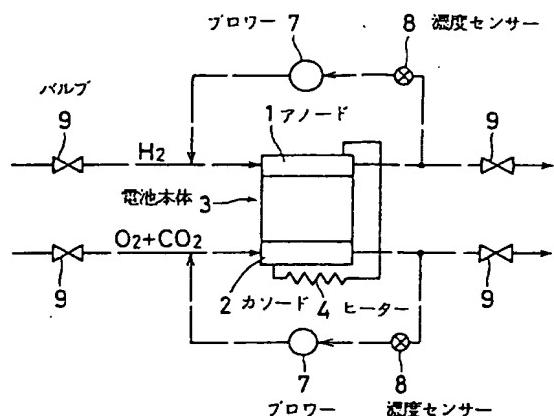
第1図



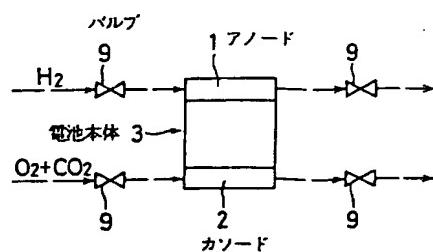
第2図



第3図



第4図



第5図

